

Rec'd PCPTO 18 FEB 2005

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有權機關
國際事務局



(43) 國際公開日
2005 年 3 月 17 日 (17.03.2005)

PCT

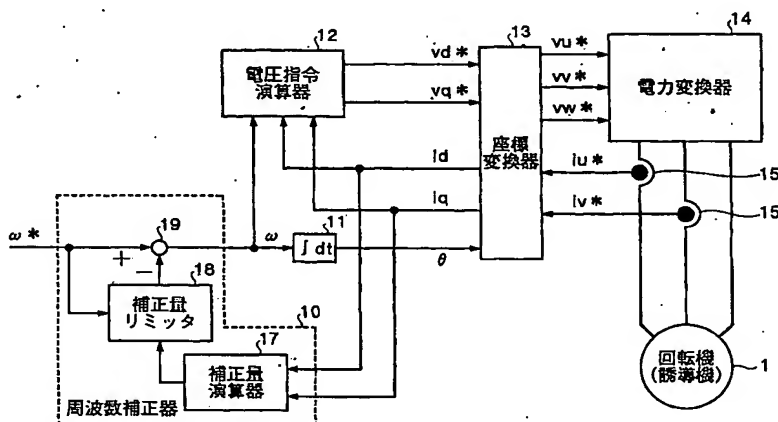
(10) 国際公開番号
WO 2005/025049 A1

- | | | | |
|-----------------------------|---|--------------------------|---|
| (51) 国際特許分類 ⁷⁾ : | H02P 21/00 | (72) 発明者; および | |
| (21) 国際出願番号: | PCT/JP2003/010936 | (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): | 金原 義彦 (KINPARA, Yoshihiko) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 古谷 真一 (FURUTANI, Shinichi) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 貝谷 敏之 (KAITANI, Toshiyuki) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). |
| (22) 国際出願日: | 2003 年8 月28 日 (28.08.2003) | | |
| (25) 国際出願の言語: | 日本語 | | |
| (26) 国際公開の言語: | 日本語 | | |
| (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): | 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 Tokyo (JP). | | |

【統葉有】

(54) Title: CONTROLLER OF ROTATING MACHINE

(54) 発明の名称: 回転機の制御装置



- 12... VOLTAGE COMMAND CALCULATOR
18... CORRECTION LIMITER
17... CORRECTION CALCULATOR
10... FREQUENCY CORRECTOR
13... COORDINATE TRANSFORMER
14... CONVERTER
1... ROTATING MACHINE (INDUCTION MACHINE)

(57) Abstract: A controller of a rotating machine comprises integrator means (11) for integrating the primary angular frequency, given according to an angular velocity command and calculating the phase, converter means (14) for applying three-phase voltages to a rotating machine (1) according to the three-phase voltage command, current detector means (15) for sensing three-phase currents flowing through the rotating machine, coordinate transformation means (13) for performing coordinate transformation of the currents sensed by the current detector means into currents on a rotating biaxial coordinate system according to the phase outputted from the integrator means (11) and performing coordinate transformation of the voltage command on the rotating biaxial coordinate system into a three-phase voltage command, and voltage command calculating means (12) for calculating a voltage command on the rotating biaxial coordinate system from the primary angular frequency and the currents on

the rotating biaxial coordinate system. The voltage-command calculating means (12) calculates a voltage command on the rotating biaxial coordinate system from the absolute values of the axial components of the currents on the rotating biaxial coordinate system. In such a way, if the load torque is on the same operating point, the transition response of the current of when the load torque is increasing is the same one of when the load torque is decreasing.

(57) 要約: この発明では、角速度指令に基づいて与えられる一次角周波数を積分し位相を演算する積分手段(11)と、三相電圧指令に従って回転機(1)に三相電圧を印加する電力変換手段(14)と、前記回転機を流れる三相電流を検出する電流検出手段(15)と、前記積分手段(1

〔統葉有〕

Best Available Copy

WO 2005/025049 A1



(74) 代理人: 酒井 宏明 (SAKAI, Hiroaki); 〒100-0013 東京都千代田区 霞が関三丁目 2 番 6 号 東京倶楽部ビルディング Tokyo (JP).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(81) 指定国 (国内): CN, JP, KR, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

1) が出力する位相に基づいて前記電流検出手段が検出した電流を回転二軸座標上の電流に座標変換するとともに、回転二軸座標上の電圧指令を前記三相電圧指令に座標変換する座標変換手段 (13) と、前記一次角周波数と前記回転二軸座標上の電流とに基づいて前記回転二軸座標上の電圧指令を演算する電圧指令演算手段 (12) とを備え、電圧指令演算手段 (12) は、前記回転二軸座標上の電流の各軸成分の絶対値に基づいて前記回転二軸座標上の電圧指令を演算するようにした。これによって、負荷トルクが同じ動作点であれば、負荷トルクが増加する場合と減少する場合とで電流の過渡応答を等しくすることができる。

明 細 書

回転機の制御装置

5 技術分野

この発明は、回転機の制御装置に関するものである。

背景技術

10 回転機には、誘導機や同期機が含まれる。そのうち、誘導電動機の制御装置としては、従来、例えば、特許文献1に開示されたものが知られている。すなわち、特許文献1では、特に第8頁—12頁、図1、図8、図9、図12、図14に示されているように、可変電圧可変周波数の交流一次電圧を出力して誘導電動機を駆動する電力変換回路と、上記電力変換回路から上記誘導電動機に供給される一次電流を検出するための電流検出器と、上記一次電流と予め設定された上記交流
15 一次電圧の周波数指令値とから第1および第2の電流成分を演算する電流成分演算回路と、上記第1の電流成分の二乗値と上記第2の電流成分の二乗値の振幅比が予め設定された所定値となるような磁束指令値を演算する磁束指令演算回路と、上記周波数指令値と上記磁束指令値から一次電圧成分指令値を演算する電圧成分指令演算回路と、上記周波数指令値と上記一次電圧成分指令値から上記誘導電動
20 機の一次電圧指令値を演算して上記電力変換回路へ出力する一次電圧指令演算回路とを備えた誘導電動機の制御装置が開示されている。

この特許文献1に開示された誘導電動機の制御装置では、上記電流成分演算回路が上記一次電圧成分指令値と同相である第1の電流成分および位相が90度ずれた第2の電流成分を演算するように制御しているので、上記第1の電流成分の
25 二乗値と上記第2の電流成分の二乗値との振幅比が予め設定された所定値となり、誘導電動機を高効率に駆動することができている。

なお、特許文献2では、インバータの周波数と電圧と電流とからすべりと最適

効率になるすべり周波数とを演算し、一致するように制御する技術が開示されている。また、特許文献3では、インバータの周波数と電圧と電流とからすべりと最適効率になるすべり周波数とを演算し、一致するように制御する技術が開示されている。

5 [特許文献1]

特開2000-175492号公報

[特許文献2]

米国特許第5500581号明細書

[特許文献3]

10 米国特許第5786231号明細書

しかしながら、上記一次電圧成分指令値と同相である電力成分および位相が90度ずれた第2の電力成分として、それぞれの電流成分の二乗値を与え、第1の電流成分の二乗値と上記第2の電流成分の二乗値との振幅比が予め設定された所定値となるようにしているので、負荷トルクが同じ動作点であっても、負荷トルクが増加するときと減少するときとで電流の過渡応答が異なるという問題や、負荷トルクの動作点が軽負荷時と高負荷時とで電流の過渡応答が異なるという問題がある。

また、一次角周波数を一定に保つため、インパクト負荷などで回転速度が急変すると、「一次角周波数-回転速度」で与えられるすべり周波数も急変し、その結果、電流振幅が急変し過電流になりうるという問題もある。

20 なお、特許文献2では、誘導電動機の過渡特性については考慮がなされていない。

この発明は、上記に鑑みてなされたもので、負荷トルクの増減や動作点を問わず電流の過渡応答を一定に保つことができ、また、インパクト負荷などによって回転速度が急変したときでも電流の振幅が所望の範囲内となるようにすることが
25 できる回転機の制御装置を得ることを目的とする。

発明の開示

この発明では、角速度指令に基づいて与えられる一次角周波数を積分し位相を演算する積分手段と、三相電圧指令に従って回転機に三相電圧を印加する電力変換手段と、前記回転機を流れる三相電流のうちの二相の電流を検出する電流検出手段と、前記積分手段が出力する位相に基づいて前記二相の電流を回転二軸座標上の電流に座標変換するとともに、回転二軸座標上の電圧指令を前記三相電圧指令に座標変換する座標変換手段と、前記一次角周波数と前記回転二軸座標上の電流の各軸成分の絶対値とに基づいて前記回転二軸座標上の電圧指令を演算する電圧指令演算手段とを備えることを特徴とする。

- 10 この発明によれば、回転二軸座標上の電流の各軸成分を絶対値として扱うので、負荷トルクが同じ動作点であれば、負荷トルクが増加するときと減少するときとで電流の過渡応答を等しくすることができる。

つぎの発明は、上記の発明において、前記電圧指令演算手段は、負荷に応じて変化させる励磁電流指令を演算するとともに、前記回転二軸座標上の電流の各軸成分の絶対値を前記励磁電流指令で除算して微小励磁電流を求め、求めた微小励磁電流と前記一次角周波数とに基づいて前記回転二軸座標上の電圧指令を演算することを特徴とする。

- 20 この発明によれば、回転二軸座標上の電流の各軸成分の絶対値を負荷に応じて変化させる励磁電流指令で除算するので、負荷トルクの動作点が軽負荷時から高負荷時まで変化しても、電流の過渡応答を等しくすることができる。

つぎの発明は、上記の発明において、前記回転二軸座標上の電流に基づいて周波数補正量を演算し、前記角速度指令に基づいて与えられる一次角周波数から前記周波数補正量を減算して前記一次角周波数を出力する周波数補正手段を備えたことを特徴とする。

- 25 この発明によれば、インパクト負荷などにより回転速度が急変したときでも回転速度の変化に応じて一次角周波数を変化させるので、電流振幅急変を抑制することが可能となり、過電流となりうる問題が解決できる。

図面の簡単な説明

第1図はこの発明の一実施の形態である回転機の制御装置の構成を示すブロック図であり、第2図は第1図に示す電圧指令演算器の構成例を示すブロック図であり、第3図は第2図に示す微小励磁電流演算部の構成例を示すブロック図であり、第4図は一次周波数60Hzにおいて励磁電流指令値を各種に変化させたときにおける回転速度と電流偏差($i_q^2 - i_d^2$)との関係を示す図であり、第5図は一次周波数60Hzにおいて励磁電流指令値を各種に変化させたときにおける回転速度と電流偏差($|i_q| - |i_d|$)との関係を示す図であり、第6図は一次周波数60Hzにおいて励磁電流指令値を各種に変化させたときにおける回転速度と電流偏差($|i_q| - |i_d|$) ÷ 励磁電流指令との関係を示す図であり、第7図は一次周波数60Hzにおいて回転速度を変化させたときにおけるすべり周波数と電流偏差($|i_q| - |i_d|$) ÷ 励磁電流指令との関係を示す図である。

15

発明を実施するための最良の形態

以下に添付図面を参照して、この発明にかかる回転機の制御装置の好適な実施の形態を詳細に説明する。

第1図は、この発明の一実施の形態である回転機の制御装置の構成を示すブロック図である。第1図に示すように、この実施の形態による回転機（例えば誘導電動機）1の制御装置は、周波数補正器10と積分器11と電圧指令演算器12と座標変換器13と電力変換器14と電流検出器15とを備えている。

電力変換器14は、座標変換器13から入力される三相電圧指令 v_u^* 、 v_v^* 、 v_w^* に基づいて回転機1に三相電圧を印加する。

電流検出器15は、回転機1に流れる三相の相電流のうちの二相の相電流 i_u 、 i_v を検出し座標変換器13に出力する。なお、ここでは、電流検出器15は、回転機1を流れる三相電流のうち二相の電流を検出する構成を示したが、例えば

三相電流の三相全ての電流を検出しても良く、また、電力変換器 14 の母線電流を検出し、その検出値に基づいて回転機 1 を流れる三相電流を検出する構成でも良い。

積分器 11 は、周波数補正器 10 から入力される回転機 1 の一次角周波数 ω を積分して位相 θ を求め、座標変換器 13 に出力する。

座標変換器 13 は、積分器 11 が出力する位相 θ に基づき、電流検出器 15 から得られた二相の相電流 i_u , i_v を回転二軸座標上の電流 i_d , i_q に座標変換して電圧指令演算器 12 と周波数補正器 10 とに与えることと、電圧指令演算器 12 から入力される回転二軸上の電圧指令 v_d^* , v_q^* を上記の三相電圧指令 v_u^* , v_v^* , v_w^* に座標変換することとを行う。

電圧指令演算器 12 は、周波数補正器 10 から入力される回転機 1 の一次角周波数 ω と座標変換器 13 から入力される回転二軸座標上の電流 i_d , i_q とに基づいて上記の回転二軸座標上の電圧指令 v_d^* , v_q^* を演算する。

周波数補正器 10 は、外部から入力される角速度指令 ω^* を座標変換器 13 から入力される回転二軸座標上の電流 i_d , i_q に基づいて補正し上記の一次角周波数 ω を出力する。具体的には、周波数補正器 10 は、上記の回転二軸座標上の電流 i_d , i_q に基づき回転機 1 の負荷変化量に応じた周波数補正量 $\Delta\omega$ を演算する補正量演算器 17 と、角速度指令 ω^* に応じて周波数補正量 $\Delta\omega$ の値を制限する補正量リミッタ 18 と、角速度指令 ω^* から補正量リミッタ 18 での制限値を減じて上記の一次角周波数 ω を出力する減算器 19 とで構成されている。

ここで、座標変換器 13 が出力する回転二軸座標上の電流 i_d , i_q のうち、電流 i_d は上記位相 θ と同位相の電流成分であり、電流 i_q は位相 θ と直交する位相の電流成分であるとする。また、座標変換器 5 に入力される回転二軸座標上の電圧指令 v_d^* , v_q^* のうち、電圧指令 v_d^* は上記位相 θ と同位相の電圧指令成分であり、電圧指令 v_q^* は位相 θ と直交する位相の電圧指令成分であるとする。

まず、第 1 図を参照して、周波数補正器 10 の動作について説明する。周波数

補正器 10 は、特許文献 1 に開示された技術が持つ問題、つまり、一次角周波数を一定に保つため、インパクト負荷などで回転速度が急変すると、すべり角周波数（＝一次角周波数－回転速度）も急変し、その結果、電流振幅が急変することになり過電流になりうるという問題を解決するために設けてある。

- 5 すなわち、回転機 1 では、軸トルクが増加すると回転速度は加速し、軸トルクが減少すると回転速度は減速する。したがって、軸トルクの変化率が判れば回転速度の増減も判る。そこで、この実施の形態では、軸トルクの代わりに回転機 1 の出力トルクを用いることにより、回転速度の増減に応じて、一次角周波数を補正し、すべり角周波数（＝一次角周波数－回転速度）が急変しないようしている。

- 10 補正量演算器 17 は、回転機 1 の負荷変化量に応じた周波数補正量 $\Delta \omega$ を次のようにして演算する。すなわち、上記の電流 i_d から二次磁束相当値 ϕ_d を式（1）の演算によって求め、上記の電流 i_q と求めた二次磁束相当値 ϕ_d とから出力トルク推定値 τ_0 を式（2）の演算によって求める。

$$\phi_d = 1 / (1 + T_r \cdot s) \times i_d \quad \dots (1)$$

15 $\tau_0 = P_m \times \phi_d \times i_q \quad \dots (2)$

なお、式（1）（2）において、 s はラプラス演算子、 T_r は回転機 1 の電氣的時定数、 P_m は回転機 1 の極対数である。ついで、求めた出力トルク推定値 τ_0 の変化に応じた周波数補正量 $\Delta \omega$ を式（3）の演算によって求める。なお、式（3）において、 G_1 、 G_2 は任意の実数である。

20 $\Delta \omega = G_1 \times s / (1 + G_2 \times s) \times \tau_0 \quad \dots (3)$

そして、周波数補正量 $\Delta \omega$ が大きくなり過ぎると一次角周波数 ω の値は小さくなり過ぎるので、回転機 1 では十分な出力トルクが発生できないことが起こる。それを回避するために、補正量リミッタ 18 にて角速度指令 ω^* に応じて周波数補正量 $\Delta \omega$ の上限値または下限値を制限するようにしている。その結果、減算器

25 19 からは適切な値の一次角周波数 ω が出力されることになる。

このように構成される周波数補正器 10 によれば、インパクト負荷などで回転速度が急変したときでも回転速度の変化に応じて一次角周波数 ω を変化させるこ

とができるので、電流振幅急変の抑制が可能となり、過電流となりうる問題が解決できる。

また、回転機 1 がトルクを出力するとき、回転角周波数は、一次角周波数からすべり角周波数を減算した値になる。このすべり角周波数は、出力トルクに比例するものと見なし、上記の式 (3) を次の式 (4) に置き換えても良い。なお、式 (4) において、 G_3 は任意の実数である。

$$\Delta \omega = \{G_1 \times s / (1 + G_2 \times s) + G_3\} \times \tau_0 \quad \dots (4)$$

式 (3) の代わりに式 (4) を用いることにより、電流振幅急変の抑制効果に加え、すべり角周波数に起因する回転機 1 の速度低下を補正できる効果ある。但し、任意の実数 G_1 を零にすると、すべり角周波数に起因する回転機 1 の速度低下は補正できるが、電流振幅急変の抑制効果が損なわれる。

次に、第 2 図は、第 1 図に示す電圧指令演算器 12 の構成例を示すブロック図である。第 2 図に示すように、電圧指令演算器 12 は、微小励磁電流演算部 20 と、リミッタ 21 と、テーブル 23 と、制限機能付積分器 24 と、利得器 25、26 と、乗算器 27 とを備えている。

この構成によって、電圧指令演算器 12 は、上記回転二軸座標上の電流の各軸成分の絶対値の偏差に基づいた微小励磁電流指令 ΔI_0 と、この微小励磁電流指令 ΔI_0 を増幅することにより回転機 1 に与える励磁電流指令 I_0 を求め、励磁電流指令 ΔI_0 が回転機 1 に流すための電圧指令を演算する。

微小励磁電流演算部 20 は、具体的には第 3 図に示すように構成されるが、上記の回転二軸上の q 軸電流成分 i_q の絶対値と d 軸電流成分 i_d の絶対値とを演算し、それぞれの偏差を $K_w i$ 倍し、それを制限機能付積分器 24 から入力される励磁電流指令 I_0 で除算して微小励磁電流指令 ΔI_0 を求める。

リミッタ 21 は、微小励磁電流演算部 20 が出力する微小励磁電流指令 ΔI_0 の振幅を制限する。ローパスフィルタ 22 は、上記の一次角周波数 ω の高周波成分を除去した低周波成分 ω_f を出力する。テーブル 23 は、ローパスフィルタ 22 が出力する低周波成分 ω_f に基づいて励磁電流指令の下限値 I_{0MIN} を出力

する。

制限機能付積分器 24 は、リミッタ 21 から得られた微小励磁電流指令 ΔI_0 を積分演算し、その積分演算結果の範囲をテーブル 23 から入力される励磁電流指令の下限値 I_{0MIN} と予め設定された励磁電流指令の上限値 I_{0MAX} との範囲内に収まるように制限した励磁電流指令 I_0 を出力する。

利得器 25 は、リミッタ 21 から得られた微小励磁電流指令 ΔI_0 に回転機 1 のインダクタンス値 L_s を乗算し、それを回転二軸座標上の d 軸電圧指令 v_d^* として出力する。利得器 26 は、制限機能付積分器 24 から得られた励磁電流指令 I_0 に回転機 1 のインダクタンス値 L_s を乗算する。乗算器 27 は、利得器 26 の出力と一次角周波数 ω とを乗算し、それを回転二軸座標上の q 軸電圧指令 v_q^* として出力する。

次に、第 3 図は、第 2 図に示す微小励磁電流演算部 20 の構成例を示すブロック図である。第 3 図に示すように、微小励磁電流演算部 20 は、絶対値演算器 (ABS) 30、31 と、利得器 32 と、減算器 33 と、除算器 34 と、利得器 35 とを備えている。

絶対値演算器 (ABS) 30 は、d 軸電流成分 i_d の絶対値 $|i_d|$ を演算する。絶対値演算器 (ABS) 31 は、q 軸電流成分 i_q の絶対値 $|i_q|$ を演算する。利得器 32 は、絶対値演算器 (ABS) 30 が出力する d 軸電流成分 i_d の絶対値 $|i_d|$ を K_1 倍する。

減算器 33 は、絶対値演算器 (ABS) 31 が出力する d 軸電流成分 i_d の絶対値 $|i_q|$ から利得器 32 が出力する $K_1 \times |i_d|$ を減算する。除算器 34 は、減算器 33 の演算結果を励磁電流指令値 I_0 で除算する。利得器 35 は、除算器 34 の演算結果を $K_w i$ 倍し、それを微小励磁電流指令 ΔI_0 として出力する。

このように、電圧指令演算器 12 は、一次角周波数と回転二軸上の電流の各軸成分の絶対値に関する偏差 ($|i_q| - K_1 \times |i_d|$) とに基づいて上記回転二軸座標上の電圧指令を演算する。

次に、第4図～第7図を参照して、以上のように構成される電圧指令演算器12を備える制御装置の動作について説明する。なお、第4図は、特許文献1に開示された技術を説明する特性図であり、第5図～第7図はこの実施の形態で得られる特性図である。各図では、理解を容易にするため、 $v_d^* = 0$ 、 $v_q^* = \omega L_s I_0$ として、 $K_1 = 1$ の場合における開ループで回転機1を駆動したときの定常特性が示されている。

この実施の形態による電圧指令演算器12では、上記のように、回転二軸座標上のq軸電流成分 i_q の二乗値とd軸電流成分 i_d の二乗値は求めないが、特許文献1に開示された技術に倣って二乗値を求めるとした場合における回転速度と電流偏差($i_q^2 - i_d^2$)との関係は第4図に示すようになる。

第4図において、横軸は回転速度[Hz]であり、58Hz～62Hzが目盛られている。縦軸は電流偏差($i_q^2 - i_d^2$) [A^2]であり、400～-200が目盛られている。一次周波数は60Hzである。また、励磁電流指令 I_0 は $200[V] \div (2\pi 60 L_s)$ [A]を基準に0.6倍～1.4倍の間で変化させている(符号40参照)。

第4図に示されるように、回転速度が59Hz近傍もしくは61Hz近傍にあるときは、励磁電流指令 I_0 の値に関係なく、電流偏差($i_q^2 - i_d^2$)が零となっている。

このことから、回転二軸座標上のd軸電流成分 i_d の二乗値とq軸電流成分 i_q の二乗値との振幅比が予め設定された所定値となるようにする特許文献1に開示された技術では、実回転速度が59Hzもしくは61Hz近傍となるように、励磁電流指令 I_0 の値を操作して発生トルクを調整していたと想定される。

しかしながら、電流偏差($i_q^2 - i_d^2$)の大きさに基づいて回転機1を制御するとき、第4図から理解できるように、電流偏差($i_q^2 - i_d^2$)の大きさと回転速度(またはすべり周波数)の関係は、非線形に変化するので、回転速度の初期値が60Hzで59Hzに収束する場合と回転速度の初期値が58Hzで59Hzに収束する場合とでは、収束応答は一致しない。

一方、第5図は、この実施の形態による電圧指令演算器12によって得られる回転速度と電流偏差 ($|i_{qs}| - |i_{ds}|$) との関係を示す図である。第5図において、横軸は回転速度 [Hz] であり、58 Hz ~ 62 Hz が目盛りされている。縦軸は電流偏差 ($|i_{qs}| - |i_{ds}|$) [A] であり、10 ~ -10 が目盛りされている。一次周波数は60 Hz である。また、励磁電流指令 I_0 は200 [V] $\div (2\pi 60 L_s)$ [A] を基準に0.6倍 ~ 1.4倍の間で変化させている (符号50参照)。

第5図でも、第4図と同様に、回転速度が59 Hz 近傍もしくは61 Hz 近傍にあるときは、励磁電流指令 I_0 の値に関係なく、電流偏差 ($i_{qs} - i_{ds}$) が零となっている。

しかし、第5図では、第4図と異なり、回転速度が59 Hz 近傍もしくは61 Hz 近傍にあるときは、電流偏差 ($|i_{qs}| - |i_{ds}|$) は、回転速度の変位に応じて比例的な変化を示している。

すなわち、 $K_1 = 1$ の場合について考えると、第3図に示した微小励磁電流演算部20は、d軸電流成分 i_d の絶対値 $|i_d|$ を演算する絶対値演算器30と、q軸電流成分 i_q の絶対値 $|i_q|$ を演算する絶対値演算器31と、電流偏差 ($|i_q| - |i_d|$) を演算する減算器33とを備えるので、回転速度の初期値が60 Hz で59 Hz に収束する場合と回転速度の初期値が58 Hz で59 Hz に収束する場合とで、収束応答が一致するようになる。

次に、第4図および第5図に示した特性では、同じ回転速度でも励磁電流指令 I_0 によって電流偏差の振幅が異なっている。このことが、特許文献1に開示に開示された技術において、負荷トルクが同じ動作点であっても、負荷トルクが増加するときと減少するときとで電流の過渡応答が異なり、負荷トルクの動作点が軽負荷時と高負荷時とで電流の過渡応答が異なる理由である。

この実施の形態においても第5図に示すように電流偏差 ($|i_q| - |i_d|$) の値に基づいて回転機1を制御すると、励磁電流指令 I_0 の初期値によっては定常点に収束するまでの応答が一致しないことが起こるが、第3図に示した構成か

ら理解できるように、この実施の形態では、第5図に示す特性から第6に示す特性を得る操作をしているので、このような問題は生じない。

第6図は、一次周波数60Hzにおいて励磁電流指令値を各種に変化させたときにおける回転速度と電流偏差 $(|i_{qs}| - |i_{ds}|) \div \text{励磁電流指令}$ との関係を示す図である。

第6図において、横軸は回転速度 [Hz] であり、58Hz～62Hzが目盛られている。縦軸は電流偏差 $(|i_{qs}| - |i_{ds}|) \div \text{励磁電流指令 } I_0$ [p.u] であり、+1～-1が目盛られている。第6図では、励磁電流指令 I_0 は、 $200[V] \div (2\pi 60 L_s)$ [A] を基準に0.6倍～1.4倍の間で変化させている（符号60参照）。

第6図に示すように、制御する電流偏差を、 $(|i_{qs}| - |i_{ds}|) \div I_0$ とすれば、回転速度と制御する電流偏差との関係は、励磁電流指令 I_0 の振幅に依存しないことが分かる。この電流偏差 $(|i_{qs}| - |i_{ds}|) \div \text{励磁電流指令 } I_0$ の操作は、第3図に示す除算器34が行っている。

このように、この実施の形態では、q軸電流成分の絶対値とd軸電流成分の絶対値とを負荷に応じて変化させる励磁電流指令 I_0 で除算できるので、負荷トルクの動作点が軽負荷時から高負荷時まで変化しても、電流の過渡応答を等しくすることができる。

次に、第7図は一次周波数60Hzにおいて回転速度を変化させたときにおけるすべり周波数と電流偏差 $\{ (|i_{qs}| - |i_{ds}|) \div \text{励磁電流指令} \}$ との関係を示す図である。第7図において、横軸はすべり周波数 [Hz] であり、縦軸は電流偏差 $\{ (|i_{qs}| - |i_{ds}|) \div \text{励磁電流指令 } I_0 \}$ である。第7図では、回転速度は10Hz～60Hzまで変化させている（符号70参照）。また、励磁電流指令 I_0 の値は、基準値 $(200V \div (2\pi 60 L_s))$ としている。

第7図では、電流偏差 $\{ (|i_{qs}| - |i_{ds}|) \div \text{励磁電流指令 } I_0 \}$ が零となる点でのすべり周波数は、回転速度が10Hz程度の低速では回転速度

20Hz以上の場合と若干異なるが、回転速度20Hz以上では回転速度の影響を殆ど受けないことが示されている。すなわち、インパクト負荷などによって回転速度が急変することがあっても、すべり周波数は一定に保つことができる。

5 以上のように、この実施の形態では、一次電圧成分指令値と同相である電力成分および位相が90度ずれた第2の電力成分を演算する代わりに、それぞれの電流成分の絶対値を演算し、これらが予め設定された所定値となるようにしたので、負荷トルクが同じ動作点であれば、負荷トルクが増加するときと減少するときとで電流の過渡応答を等しくすることができる。

10 また、負荷に応じて変化させる励磁電流指令でそれぞれの電流成分の絶対値を除算するので、負荷トルクの動作点が軽負荷であっても高負荷であっても、電流の過渡応答を等しくすることができる。

さらに、周波数補正器によって一次角周波数を補正するので、インパクト負荷などにより回転速度が急変したときの電流振幅急変が抑制できるので、過電流となりうる問題が解決できる。

15 なお、この実施の形態では、回転機として誘導機を例に挙げて説明したが、この発明はこれに限定されるものではなく、その他、例えば同期機であっても同様に適用できることは言うまでもない。

産業上の利用性

20 この発明は、負荷トルクの増減や動作点を問わず電流の過渡応答を一定に保つことができ、また、インパクト負荷などによって回転速度が急変したときでも電流の振幅が所望の範囲内となるようにすることができるので、三相誘導電動機や同期電動機などの回転機を高効率に駆動制御する制御装置として好適である。

請 求 の 範 囲

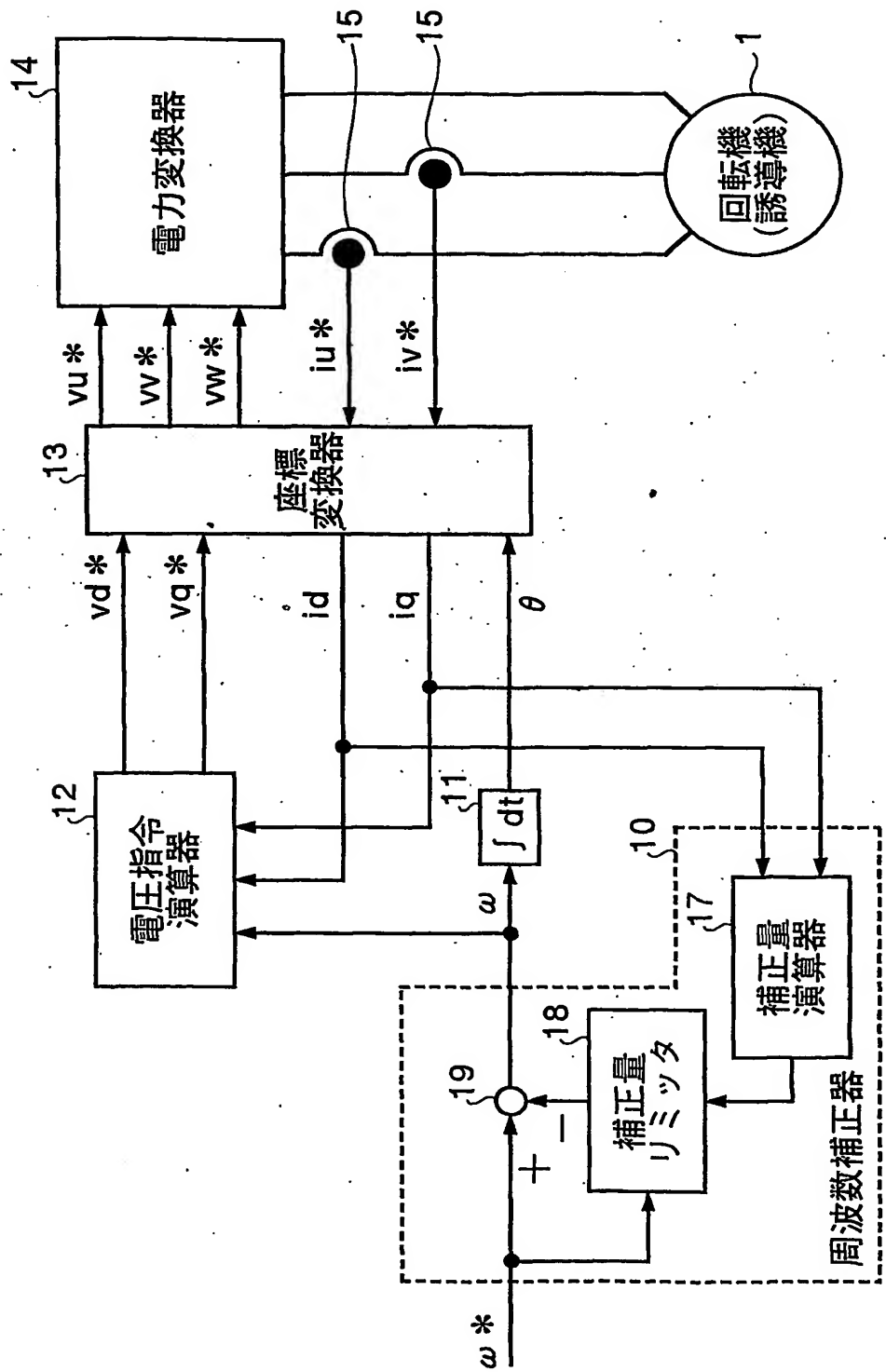
1. 角速度指令に基づいて与えられる一次角周波数を積分し位相を演算する積分手段と、

- 5 三相電圧指令に従って回転機に三相電圧を印加する電力変換手段と、
前記回転機を流れる三相電流を検出する電流検出手段と、
前記積分手段が出力する位相に基づいて前記電流検出手段が検出した電流を回転二軸座標上の電流に座標変換するとともに、回転二軸座標上の電圧指令を前記三相電圧指令に座標変換する座標変換手段と、
10 前記一次角周波数と前記回転二軸座標上の電流の各軸成分の絶対値とに基づいて前記回転二軸座標上の電圧指令を演算する電圧指令演算手段と、
を備えることを特徴とする回転機の制御装置。

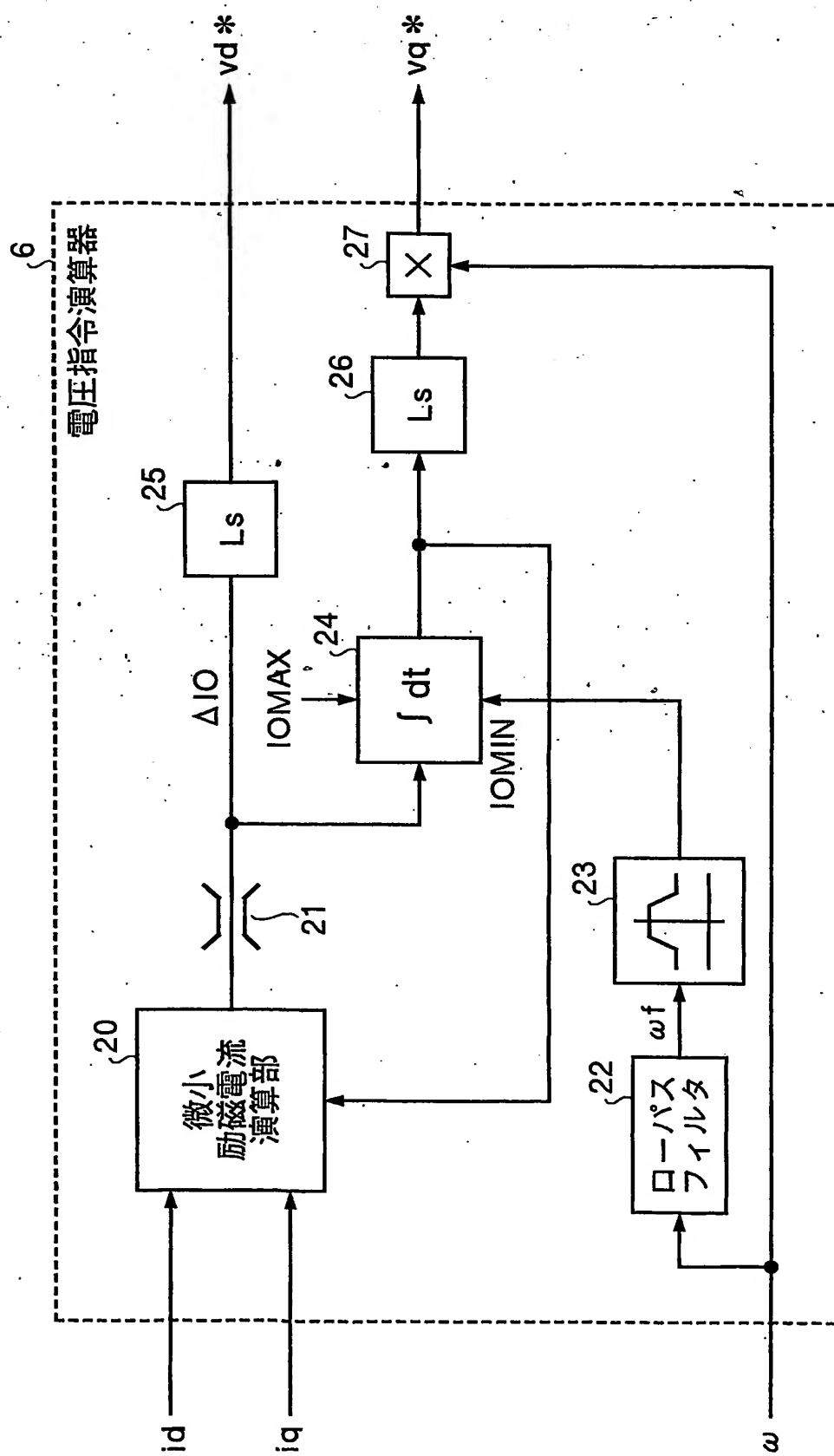
2. 前記電圧指令演算手段は、負荷に応じて変化させる励磁電流指令を演算するとともに、前記回転二軸座標上の電流の各軸成分の絶対値を前記励磁電流指令で除算して微小励磁電流指令を求め、求めた微小励磁電流指令と前記一次角周波数とに基づいて前記回転二軸座標上の電圧指令を演算することを特徴とする請求の範囲第1項に記載の回転機の制御装置。

- 20 3. 前記回転二軸座標上の電流に基づいて周波数補正量を演算し、前記角速度指令に基づいて与えられる一次角周波数から前記周波数補正量を減算して前記一次角周波数を出力する周波数補正手段を備えたことを特徴する請求の範囲第1項に記載の回転機の制御装置。

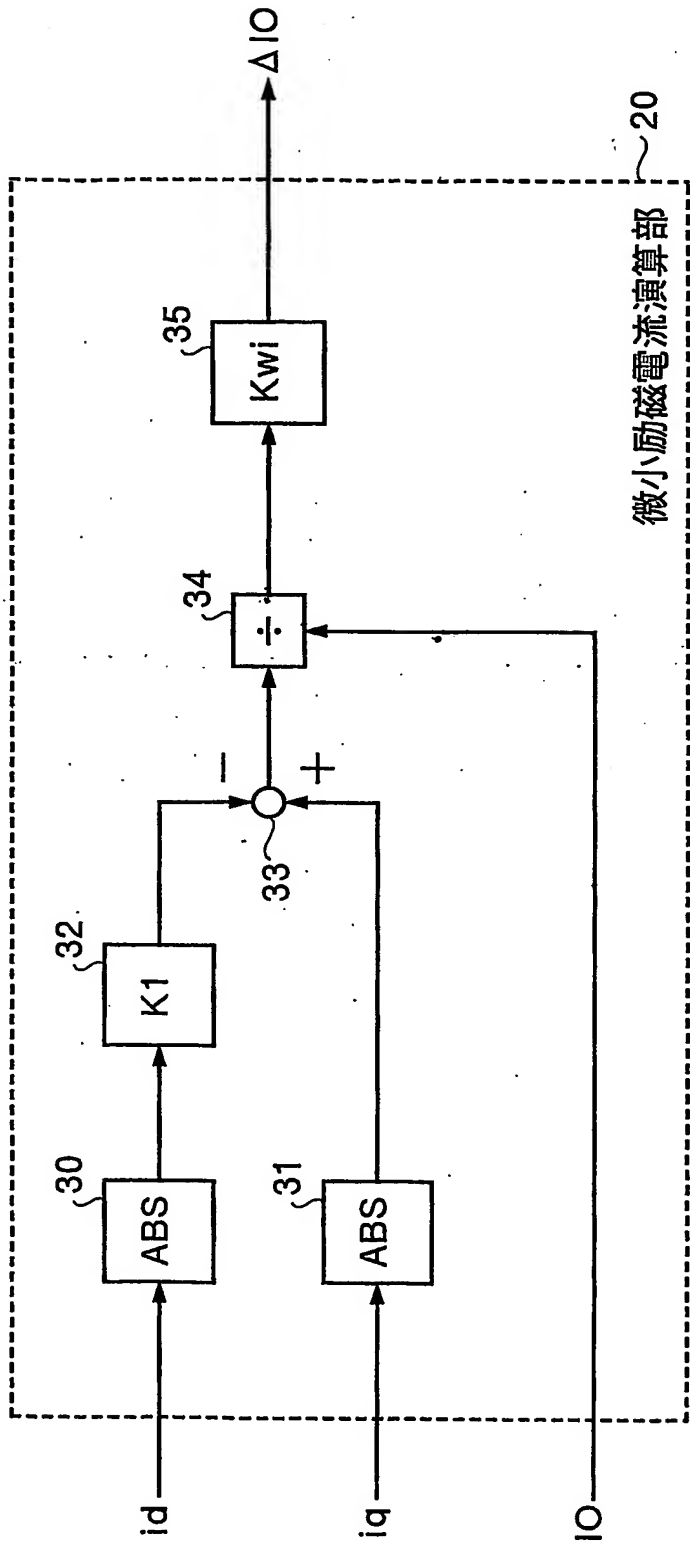
第1図



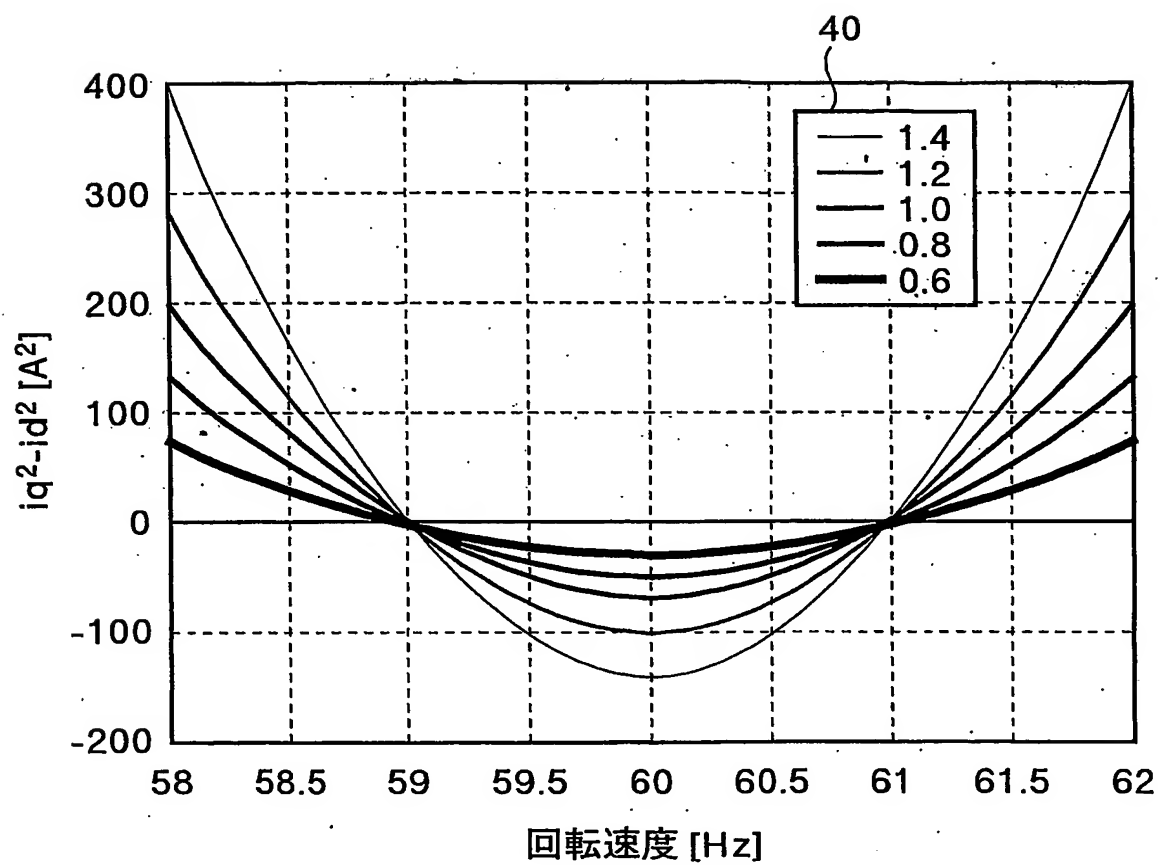
第2図



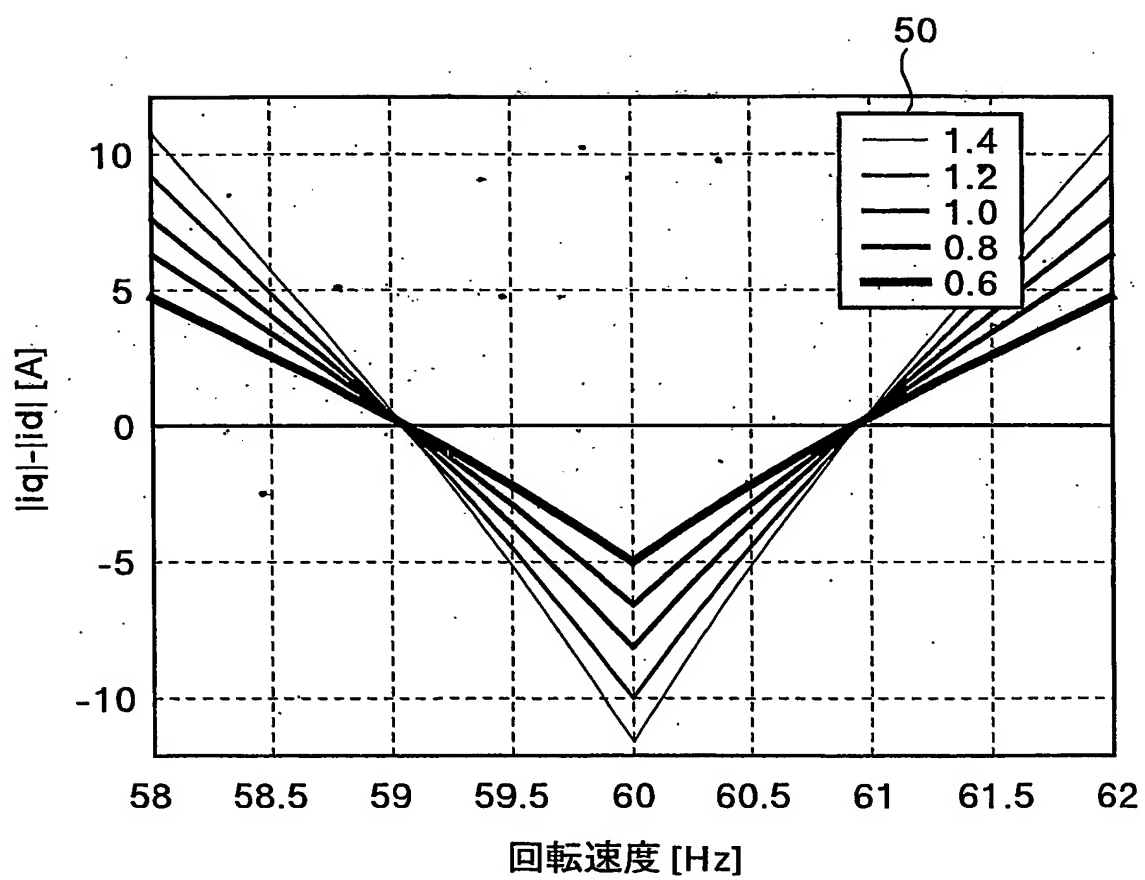
第3図



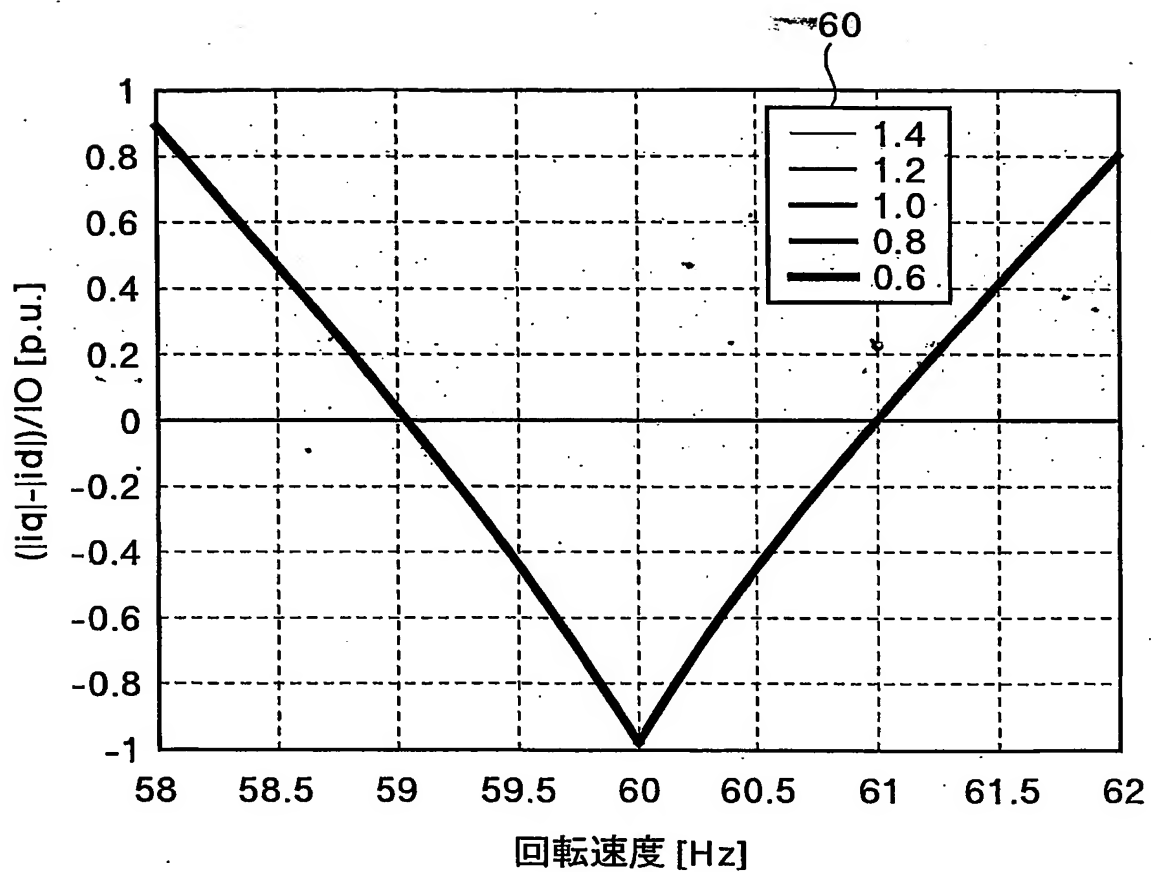
第4図



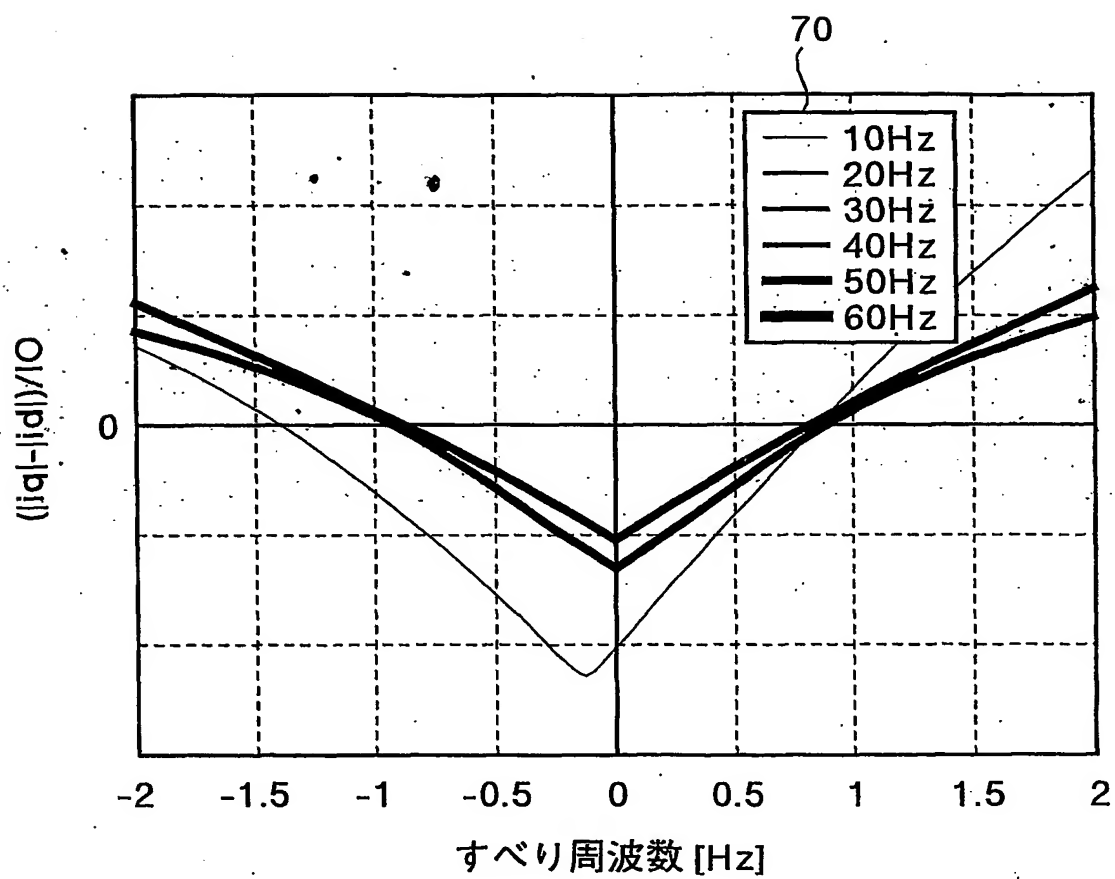
第5図



第6図



第7図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10936

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H02P21/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H02P21/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 6-225574 A (Hitachi, Ltd.), 12 August, 1994 (12.08.94), All pages (Family: none)	1, 3 2
Y A	JP 11-150996 A (Toyota Motor Corp.), 02 June, 1999 (02.06.99), All pages (Family: none)	1, 3 2
A	JP 2001-37248 A (Meidensha Corp.), 09 February, 2001 (09.02.01), All pages (Family: none)	2

☐

Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
02 December, 2003 (02.12.03)

Date of mailing of the international search report
16 December, 2003 (16.12.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H02P 21/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H02P 21/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996

日本国公開実用新案公報 1971-2003

日本国登録実用新案公報 1994-2003

日本国実用新案登録公報 1996-2003

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP 6-225574 A (株式会社日立製作所), 1994.08.12, 全頁 (ファミリーなし)	1, 3 2
Y A	JP 11-150996 A (トヨタ自動車株式会社), 1999.06.02, 全頁 (ファミリーなし)	1, 3 2
A	JP 2001-37248 A (株式会社明電舎), 2001.02.09, 全頁 (ファミリーなし)	2

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

02.12.03

国際調査報告の発送日

16.12.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

野村 亨

印

3V

3018

電話番号 03-3581-1101 内線 3356

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.